

Giochi della Chimica 2024

Problemi risolti – Fase nazionale – Classe B

1. Nella titolazione di un acido forte con una base forte, qual è l'indicatore più adatto da utilizzare, tenendo conto dei rispettivi intervalli di pH di viraggio, affinché il punto di viraggio sia più vicino al punto equivalente?

- A) metilarancio (3,1–4,4)
- B) timolftaleina (8,3–10,5)
- C) rosso di metile (4,8–6,0)
- D) blu di bromotimolo (6,0–7,6)

1. Soluzione

Nella titolazione di un acido forte con una base forte, il punto di equivalenza è a pH 7, ma il pH passa bruscamente da valori acidi a valori basici (da pH 4,5 a pH 9,5) con una sola goccia in meno o in più di titolante.

Il viraggio diventa visibile quando si supera il limite superiore dell'intervallo di viraggio, quindi a pH 7,6 con il blu di bromotimolo. Questo indicatore permette di individuare correttamente il punto equivalente. (Risposta D)

2. Due isotopi NON hanno lo stesso:

- A) numero di protoni
- B) numero di massa
- C) numero atomico
- D) numero di posizione nel sistema periodico degli elementi

2. Soluzione

Due isotopi hanno lo stesso numero di protoni, ma diverso numero di neutroni e quindi hanno un diverso numero di massa come ^{235}U e ^{238}U oppure ^{12}C e ^{14}C . (Risposta B)

3. In quali delle seguenti sostanze il legame tra gli atomi è di natura prevalentemente ionica?

- A) acido cloridrico
- B) bromuro di potassio
- C) diamante
- D) ammoniaca

3. Soluzione

I legami prevalentemente ionici si trovano nei sali, quindi nel bromuro di potassio, dove sono presenti un metallo alcalino e un alogeno, elementi con una grande differenza di elettronegatività. (Risposta B)

4. Il numero quantico di spin può assumere valori:

- A) $-n, +n$
- B) $-\ell, +\ell$
- C) $-1/2, +1/2$
- D) $-1, +1$

4. Soluzione

Il numero quantico di spin di elettroni, protoni e neutroni può valere $-1/2$ o $+1/2$. (Risposta C)

5. Il bilanciamento di una reazione chimica è imposto dalla legge di:

- A) Proust
- B) Lavoisier
- C) Dalton
- D) Gay-Lussac

5. Soluzione

Il bilanciamento di una reazione chimica è imposto dalla legge di Lavoisier che dice che in una reazione chimica la massa si conserva. (Risposta B)

6. Fra le seguenti molecole H_2S , CO_2 , HCN , NH_3 , indicare quella la cui struttura di Lewis ha un'unica coppia di elettroni di non legame sull'atomo centrale.

- A) CO_2
- B) HCN
- C) NH_3
- D) H_2S

6. Soluzione

In H_2S (simile ad H_2O) l'atomo centrale ($6 e^-$ di valenza) fa due legami e resta con 2 coppie di non legame.

In CO_2 e in HCN il carbonio ($4 e^-$ di valenza) fa 4 legami e non ha coppie di non legame.

In NH_3 l'azoto ($5 e^-$ di valenza) fa tre legami e resta con una coppia di non legame. (Risposta C)

7. La molecola BCl_3 :
 A) ha tre legami dativi B) è poco polare C) è fortemente polare D) ha momento dipolare nullo

7. Soluzione

$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \diagup \\ \text{Cl}-\text{B} \\ \diagdown \\ \text{Cl} \end{array}$
 La molecola BCl_3 è planare trigonale. Anche se i legami B–Cl, sono polari, i loro dipoli, per simmetria, si annullano tra loro e la molecola è apolare. (Risposta D)

8. Se si raddoppia la pressione e si triplica la temperatura di un gas ideale, il suo volume diviene:

- A) $3/2$ di quello originale B) $1/2$ di quello originale
 C) $2/3$ di quello originale D) 6 volte quello originale

8. Soluzione

Dalla legge dei gas: $V_1 = nRT_1/P_1$ si ottiene: $V_2 = nR(3T_1)/2P_1 = 3/2 (nRT_1/P_1)$ $V_2 = 3/2 V_1$. (Risposta A)

9. Nella teoria cinetico-molecolare:

- A) le particelle in un gas si muovono in maniera casuale e disordinata
 B) le particelle in un solido sono libere di muoversi in modo indipendente l'una dall'altra
 C) l'energia cinetica media delle particelle in un gas diminuisce con l'aumentare della temperatura
 D) nessuna delle altre opzioni è corretta

9. Soluzione

La teoria cinetico-molecolare si riferisce ai gas (B errata)

Si trova che l'energia cinetica media di una particella è $E_c = 3/2 kT$ (direttamente proporzionale a T) (C errata)

Si ipotizza che le particelle in un gas si muovano in maniera casuale e disordinata e che gli urti tra particelle e con le pareti siano elastici. (Risposta A)

10. La variazione di entalpia di una reazione chimica:

- A) è sempre negativa
 B) è sempre positiva
 C) è la differenza tra l'entalpia dei prodotti e l'entalpia dei reagenti
 D) è indipendente dalla temperatura

10. Soluzione

L'entalpia è una funzione di stato, il ΔH è la differenza tra l'entalpia dei prodotti e dei reagenti. (Risposta C)

11. Quale delle seguenti molecole ha le forze intermolecolari più deboli?

- A) H_2O (acqua) B) NH_3 (ammoniaca) C) HF (acido fluoridrico) D) CH_4 (metano)

11. Soluzione

HF, H_2O , NH_3 formano legami a idrogeno tra le molecole.

CH_4 (apolare) forma solo legami di van der Waals (forze di London) ben più deboli. (Risposta D)

12. Indicare l'affermazione corretta.

- A) l'entropia è una misura dell'energia totale di un sistema
 B) l'entropia è una funzione di stato
 C) l'entropia di un sistema diminuisce quando aumenta il disordine delle particelle
 D) l'entropia standard di formazione di un elemento puro è sempre zero

12. Soluzione

L'entropia è una funzione di stato, è legata al grado di disordine del sistema ed è una misura della inutilizzabilità della sua energia, infatti si può ottenere energia da un sistema solo se la sua entropia aumenta. (Risposta B)

13. Il pH di una soluzione acquosa di KOH 0,001 mol/L è:

- A) 11 B) 9 C) 8 D) 3

13. Soluzione

KOH è una base forte, quindi $[\text{OH}^-] = C = 0,001 \text{ M}$ (10^{-3} M) quindi $\text{pOH} = 3$ e $\text{pH} = 11$. (Risposta A)

14. Indicare i grammi di calcio contenuti in 15,00 g di calcare al 57,2% *m/m* di CaCO_3 .

- A) 12,00 g B) 6,86 g C) 3,43 g D) 13,70 g

14. Soluzione

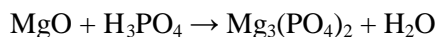
In 15 g di calcare ci sono $15 \cdot 0,572 = 8,58$ g di CaCO_3 . La massa molare di CaCO_3 è 100 g/mol.

Le moli di CaCO_3 (e di Ca) sono: $8,58/100 = 0,0858$ mol

La massa di Ca è: $0,0858 \cdot 40 = 3,43$ g.

(Risposta C)

15. Data la reazione (da bilanciare):



Indicare i grammi di MgO (MM = 40,3 g/mol) e le moli di H_3PO_4 (MM = 97,99 g/mol) che bisogna fare reagire per ottenere 26,3 g di $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ (MM = 262,85 g/mol), supponendo che la resa sia del 100%.

- A) 6,05 g di MgO ; 0,10 mol di H_3PO_4
 B) 12,09 g di MgO ; 0,20 mol di H_3PO_4
 C) 3,02 g di MgO ; 0,2 mol di H_3PO_4
 D) 24,18 di MgO ; 0,2 mol di H_3PO_4

15. Soluzione

La reazione è: $3 \text{MgO} + 2 \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

moli (mol) 0,3 0,2 0,1

MM (g/mol) 40,3 97,99 262,85

massa (g) 12,09 26,3

Le moli di $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ che si vogliono ottenere sono: $26,3/262,85 = 0,1$ mol

Servono il doppio di moli di H_3PO_4 : $0,1 \cdot 2 = 0,2$ mol e il triplo di moli di MgO : $0,1 \cdot 3 = 0,3$ mol

La massa di MgO è: $40,3 \cdot 0,3 = 12,09$ g.

(Risposta B)

16. Un composto organico costituito da carbonio, idrogeno e ossigeno ha dato all'analisi i seguenti risultati:

$$\text{C} = 63,12\%; \text{H} = 8,85\%; \text{O} = 28,03\%.$$

La massa molare del composto è 114,20 g/mol. Indicare la sua formula molecolare.

- A) $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$ B) $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}$ C) $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ D) nessuna delle altre risposte

16. Soluzione

In 100 g di composto le moli sono: C ($63,12/12 = 5,26$ mol); H ($8,85/1,008 = 8,78$ mol); O ($28,03/16 = 1,75$ mol).

Dividendo per il numero minore (1,75) si ottiene: C ($5,26/1,75 = 3,0$); H ($8,78/1,75 = 5,0$); O ($1,75/1,75 = 1$)

La formula minima del composto è $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}$ (MM = $3 \cdot 12 + 5 + 16 = 57$ g/mol).

Il rapporto tra le due MM è $114,2/57 = 2$. La molecola incognita ha formula doppia: $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$. (Risposta A)

17. Indicare se si ottiene un precipitato di PbCl_2 mescolando 500 mL di $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,01 mol/L con 500 mL di HCl 0,01 mol/L ($K_{\text{ps}} \text{PbCl}_2 = 1,17 \cdot 10^{-5}$ (mol/L)³).

- A) si ottiene un precipitato
 B) non si ottiene un precipitato
 C) dipende soltanto dalla temperatura
 D) nessuna delle precedenti risposte

17. Soluzione

Le moli di Pb^{2+} sono: $n = MV = 0,01 \cdot 0,5 = 0,005$ mol. Le moli di Cl^- sono: $n = MV = 0,01 \cdot 0,5 = 0,005$ mol.

Il volume finale è 1L. La dissociazione di PbCl_2 è: $\text{PbCl}_2 \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$ con $K_{\text{ps}} = [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2$

Si ha precipitato se: $[\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2 > 1,17 \cdot 10^{-5}$. $0,005 \cdot 0,005^2 = 1,25 \cdot 10^{-7} (< K_{\text{ps}})$ non precipita. (Risposta B)

18. Indicare il nome IUPAC del solfato rameoso.

- A) tetraossosolfato(VI) di dirame
 B) tetraossosolfato(VI) di rame
 C) triossosolfato(IV) di dirame
 D) tetraossosolfato(IV) di rame

18. Soluzione

La molecola è Cu_2SO_4 il N.O. dello zolfo è +6, quindi SO_4^{2-} è tetraossosolfato(VI)

La molecola contiene due ioni Cu^+ quindi: dirame. Il nome è: tetraossosolfato(VI) di dirame.

(Risposta A)

19. Quale volume di una soluzione di H_2SO_4 al 96% m/m ($d = 1,84 \text{ g/mL}$) deve essere prelevato per preparare 1 L di soluzione di H_2SO_4 2 mol/L?

- A) 222 mL B) 111 mL C) 11 mL D) 55 mL

19. Soluzione

La MM di H_2SO_4 è: $2 + 32 + 64 = 98 \text{ g/mol}$. 1,0 L di soluzione concentrata pesa 1840 g
 La massa di H_2SO_4 in 1 L è: $1840 \cdot 0,96 = 1776,4 \text{ g}$. Questi contengono: $1776,4/98 = 18,02 \text{ mol}$,
 Quindi H_2SO_4 concentrato è 18,02 M.

Per avere 2 moli devo prelevare una quantità: $18,02/2 = 9,01$ volte minore,
 quindi devo prelevare $1000/9,01 = 111 \text{ mL}$

Oppure si può risolvere la proporzione: $18,02 : 1000 = 2 : x$ da cui: $x = 111 \text{ mL}$. (Risposta B)

20. Indicare l'affermazione ERRATA.

- A) lo spin è una proprietà intrinseca delle particelle subatomiche al pari di massa e carica
 B) l'attrazione inter-elettronica causa una contrazione degli orbitali negli atomi polielettronici
 C) la massa è una grandezza estensiva
 D) la pressione è una grandezza intensiva

20. Soluzione

Gli elettroni sono negativi e quindi si respingono tra loro. Le nubi elettroniche non si possono contrarre per una forza attrattiva elettrone-elettrone che non esiste. (Risposta B)

21. Un gas nobile perfetto (He) è contenuto in un recipiente chiuso a volume costante a 25 °C.

- A) se il gas viene riscaldato la pressione diminuisce
 B) se il gas viene raffreddato il volume aumenta
 C) se il gas viene raffreddato la temperatura resta costante
 D) se il gas viene riscaldato la pressione aumenta

21. Soluzione

Dalla legge dei gas si vede che T e P sono direttamente proporzionali: $P = (nR/V) T$. (Risposta D)

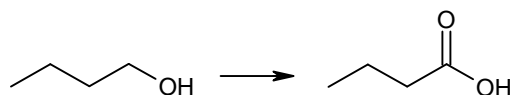
22. Nell'atomo di He sono presenti due elettroni e un nucleo carico positivamente ($Z = +2$). Sapendo che l'energia di prima ionizzazione dell'elio è 25,6 eV ($\text{He} \rightarrow \text{He}^+ + e^-$), indicare la considerazione corretta per l'energia di seconda ionizzazione ($\text{He}^+ \rightarrow \text{He}^{2+} + e^-$).

- A) l'energia di seconda ionizzazione è maggiore dell'energia di prima ionizzazione per la maggiore attrazione tra nucleo e l'unico elettrone di He^+ rispetto all'attrazione degli elettroni in He neutro
 B) l'energia di seconda ionizzazione è minore dell'energia di prima ionizzazione per la maggiore attrazione tra nucleo e l'unico elettrone di He^+ rispetto all'attrazione degli elettroni in He neutro
 C) non è possibile fare valutazioni quantitative anche approssimate con i dati forniti
 D) l'energia di seconda ionizzazione è uguale dell'energia di prima ionizzazione perché i due elettroni sono indistinguibili

22. Soluzione

Nella seconda ionizzazione si deve allontanare un elettrone da uno ione positivo e quindi è ovvio che serva più energia che nella prima ionizzazione in cui si allontana un elettrone da un atomo neutro. (Risposta A)

23. Cosa succede nella seguente reazione?



- A) l'atomo di carbonio in posizione 1 si ossida
 B) l'atomo di carbonio in posizione 1 si riduce
 C) nessun atomo di carbonio nella molecola subisce variazione del suo stato di ossidazione
 D) l'atomo di ossigeno si ossida

23. Soluzione

L'atomo di carbonio C-1 si ossida due volte: da alcol ad aldeide e da aldeide ad acido. (Risposta A)

24. Indicare quali molecole hanno momento dipolare nullo (trascurando la polarità dei legami C-H).

- 1: *cis*-CHF=CHF 2: *trans*-CHF=CHF
 3: CH₂=CF₂ 4: CF₂=CF₂

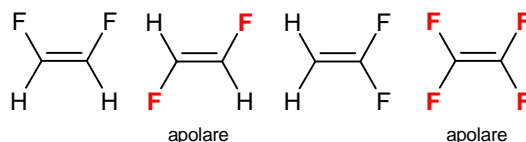
- A) composti 1 e 3
 B) composti 3 e 4
 C) composti 1, 2, 4
 D) composti 2 e 4

24. Soluzione

Il momento dipolare è nullo se i dipoli dei legami polari si annullano tra loro per simmetria.

Questo accade nel *trans*-CHF=CHF (i due legami polari C-F sono simmetrici) e in CF₂=CF₂ (completamente simmetrica).

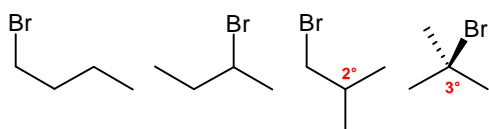
(Risposta D)



25. Vi sono quattro bromuri alchilici di formula C₄H₉Br. Quanti tra questi hanno un carbonio terziario?

- A) uno
 B) due
 C) tre
 D) nessuno

25. Soluzione



Solo l'ultimo di questi bromuri ha un carbonio 3°. (Risposta A)

26. Disporre i seguenti anioni in ordine di basicità decrescente.

- 1: CH₃COO⁻ 2: CH₃CH₂O⁻ 3: CH₃CH₂⁻

- A) 2 > 1 > 3
 B) 3 > 1 > 2
 C) 3 > 2 > 1
 D) 1 > 2 > 3

26. Soluzione

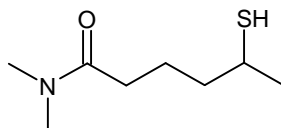
L'anione più basico (meno stabile) è CH₃CH₂⁻ perchè la carica positiva è su un carbonio alchilico (pK_a 60).

Il successivo è l'alcossido CH₃CH₂O⁻ perchè la carica positiva è su un ossigeno elettronegativo (pH_a 18).

L'anione meno basico è il carbossilato CH₃COO⁻ perchè la carica negativa è su un ossigeno elettronegativo e inoltre è stabilizzata per risonanza dal carbonile (pK_a 4,5).

(Risposta C)

27. Indicare i gruppi funzionali della seguente molecola:



- A) ammidi e tiolo
 B) ammina e tiolo
 C) ammina, chetone e tiolo
 D) ammidi ed estere

27. Soluzione

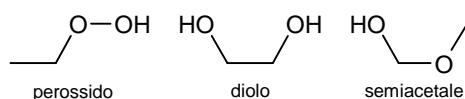
Il gruppo funzionale di sinistra è una ammidi disostituita, quello di destra è un tiolo che è anche chiamato mercaptano, il nome della molecola è: 5-mercapto-N,N-dimetilesanammide.

(Risposta A)

28. Quale gruppo funzionale NON può essere presente in una molecola di formula bruta $C_2H_6O_2$?

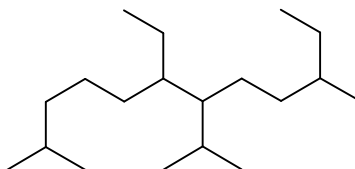
- A) perossido B) alcol C) emiacetale D) acido carbossilico

28. Soluzione



$C_2H_6O_2$ non ha insaturazioni (C_2H_{2+2+2}) quindi non ha doppi legami nè anelli e quindi non può essere un acido carbossilico, mentre può essere perossido, alcol o semiacetale. (Risposta D)

29. Indicare il nome IUPAC del seguente composto.

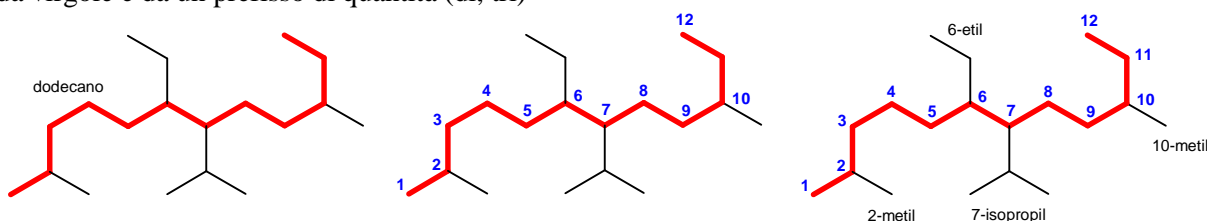


- A) 4,9-dietil-1,5-diisopropilnonano
 B) 6,10-dietil-7-isopropil-2-metilundecano
 C) 6-etil-7-isopropil-2,10-dimetildodecano
 D) 7-etil-6-isopropil-3,11-dimetildodecano

29. Soluzione

Seguiamo le 4 regole IUPAC per determinare il nome.

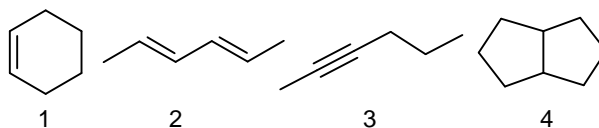
- 1) individuiamo la catena principale (la più lunga) e attribuiamo il nome (12 carboni = dodecano)
- 2) numeriamo la catena principale a partire dal lato più vicino alla prima ramificazione (da sinistra)
- 3) attribuiamo un nome ai sostituenti e li facciamo precedere dal numero d'ordine
- 4) costruiamo il nome finale con il nome della catena principale preceduto dal nome dei sostituenti in ordine alfabetico. Se ci sono sostituenti uguali, li raggruppiamo e li facciamo precedere da tutti i numeri d'ordine separati da virgole e da un prefisso di quantità (di, tri)



Il nome diventa: 6-etil-7-isopropil-2,10-dimetildodecano.

(Risposta C)

30. Indicare i composti con il grado di insaturazione più elevato.



- A) composto 3
 B) composti 2 e 3
 C) composto 4
 D) hanno tutti lo stesso grado di insaturazione

30. Soluzione

Ogni doppio legame costituisce un grado di insaturazione perchè toglie due idrogeni dalla catena.

Anche ogni anello costituisce un grado di insaturazione perchè toglie due idrogeni dalla catena.

La molecola 1 ha due insaturazioni perchè ha un doppio legame e un anello

La molecola 2 ha due insaturazioni perchè ha due doppi legami

La molecola 3 ha due insaturazioni perchè ha un triplo legame

La molecola 4 ha due insaturazioni perchè ha due anelli.

I quattro composti hanno tutti lo stesso grado di insaturazione.

(Risposta D)

31. Dati $6,022 \cdot 10^{24}$ ioni ferro(III) a disposizione, di quale tra i seguenti composti si ottengono 5 moli?

- A) FeCl_3 B) FeSO_4 C) Fe_2O_3 D) Fe

31. Soluzione

Le moli di Fe^{3+} a disposizione sono: $6,022 \cdot 10^{24} / 6,022 \cdot 10^{23} = 10$ mol. Con queste si ottengono 5 moli di un composto che contiene due ioni ferro, cioè di Fe_2O_3 . (Risposta C)

32. Data una soluzione di ammoniaca 0,1 mol/L, quale valore di pH si avvicina di più al valore reale?

- A) 5 B) 7 C) 11 D) 13

32. Soluzione

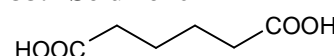
La reazione è: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ da cui: $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b C} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1} = 1,34 \cdot 10^{-3}$ M.

Quindi: $\text{pOH} = -\log(1,34 \cdot 10^{-3}) = 2,87$ da cui: $\text{pH} = 14 - 2,87 = 11,1$. (Risposta C)

33. L'acido adipico è un acido dicarbossilico a catena satura con sei atomi di carbonio.

- A) una mole di questo acido contiene quattro atomi di ossigeno
 B) una mole di questo acido contiene un numero di Avogadro di atomi
 C) una mole di questo acido contiene dieci moli di atomi di idrogeno
 D) una mole di questo acido contiene il doppio delle molecole di una mole di acido esanoico, monocarbossilico

33. Soluzione

 Una molecola di acido adipico contiene 10 atomi di idrogeno. (Risposta C)

34. Date le soluzioni: HCl 37% m/m, HCl 0,05 mol/L, CH_3COOH 0,1 mol/L e HCN 0,05 mol/L, qual è la più indicata da usare in laboratorio per determinare il grado di purezza in % m/m di un barattolo da 100 g di NaOH che si è carbonatato rimanendo aperto all'aria? Si dispone dei seguenti strumenti di laboratorio: buretta da 50,0 mL, pipetta tarata da 20,00 mL, matraccio tarato da 100,0 mL, bilancia analitica, pHmetro, becker, imbuto, navicella per pesata.

- A) CH_3COOH 0,1 mol/L B) HCl 37% m/m
 C) HCN 0,05 mol/L D) HCl 0,05 mol/L

34. Soluzione

Per titolare un'aliquota di NaOH si deve fare una titolazione acido forte – base forte, quindi si deve titolare con HCl 0,05 M. (Risposta D)

35. Il principio di indeterminazione di Heisenberg sussiste tra le coppie di grandezze:

- A) energia e posizione B) posizione e quantità di moto
 C) posizione e tempo D) quantità di moto ed energia

35. Soluzione

Il principio di indeterminazione di Heisenberg si può scrivere così: $\Delta x \Delta p = h/4\pi$ quindi dice che non si possono conoscere con precisione e contemporaneamente posizione e quantità di moto. (Risposta B)

36. Stabilire l'effetto di un catalizzatore su una reazione di equilibrio scegliendo fra le seguenti opzioni:

- A) aumenta l'energia di attivazione
 B) aumenta il valore della costante di equilibrio
 C) diminuisce il valore della costante di equilibrio
 D) diminuisce l'energia di attivazione

36. Soluzione

Il catalizzatore accelera le reazioni perchè fornisce un percorso di reazione alternativo con energia di attivazione più bassa. Così molte più molecole hanno energia sufficiente per reagire nell'unità di tempo. (Risposta D)

37. Stabilire il volume di idrogeno, misurato a TPS, che si forma mescolando 0,10 mol di alluminio e 0,22 mol di acido cloridrico.

- A) 4,93 L B) 2,24 L C) 1,12 L D) 2,46 L

37. Soluzione

La reazione è: $2 \text{Al} + 6 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{AlCl}_3 + 3 \text{H}_2$

0,1 mol di Al richiedono 0,3 mol di HCl, quindi le 0,22 moli di HCl sono in difetto e decidono la reazione.

Si ottengono 0,11 mol di H_2 . Il volume è: $V = nRT/P = (0,11 \cdot 0,0821 \cdot 273)/1 = 2,46 \text{ L}$. (Risposta D)

38. Fra i composti: BCl_3 , ClF_3 , NCl_3 , BF_3 e PCl_3 indicare quelli caratterizzati da una geometria planare secondo la teoria VSEPR.

- A) BCl_3 , ClF_3 , PCl_3 B) BCl_3 , BF_3 , ClF_3 C) NCl_3 , PCl_3 , BCl_3 D) BCl_3 , NCl_3 , ClF_3

38. Soluzione

BCl_3 e BF_3 sono planari trigonali dato che il boro ha tre elettroni di valenza ed è ibridato sp^2 .

NCl_3 e PCl_3 sono piramidali come NH_3 (A, C, D errate). Resta da valutare la geometria di ClF_3 .

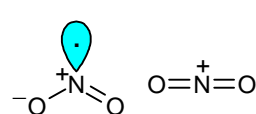
Il cloro ha 7 elettroni di valenza. Con tre elettroni lega i tre atomi di fluoro, gli restano 4 elettroni che costituiscono due coppie di non legame. Le coppie di elettroni da sistemare attorno al cloro sono 5 (3 di legame e 2 di non legame) e si dispongono a bipiramide trigonale. Le coppie di non legame (ingombranti) vanno poste su due vertici di base (angoli di 120°).

I tre atomi di fluoro vanno nelle posizioni rimanenti. La molecola ha una geometria a T (planare). (Risposta B)

39. Secondo la teoria VSEPR, le specie chimiche NO_2 e NO_2^+ sono, rispettivamente:

- A) angolata – lineare B) lineare – lineare
C) lineare – angolata D) angolata – angolata

39. Soluzione



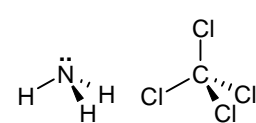
NO_2^+ è isoelettronica di CO_2 quindi è una molecola lineare (C e D errate)

NO_2 ha un elettrone in più, quindi l'azoto non può fare due doppi legami. L'elettrone in più rimane spaiato in un orbitale attorno all'azoto che quindi dispone i suoi orbitali secondo una geometria planare triangolare. La molecola NO_2 è angolata. (Risposta A)

40. Stabilire se le molecole NH_3 e CCl_4 hanno un momento dipolare diverso da zero.

- A) NH_3 no e CCl_4 sì
B) NH_3 sì e CCl_4 no
C) entrambe hanno un momento dipolare diverso da zero
D) nessuna delle due ha un momento dipolare diverso da zero

40. Soluzione



In NH_3 (piramidale) i tre dipoli N–H non si annullano tra loro, hanno una risultante che rende polare NH_3 .

In CCl_4 (tetraedrica) i quattro dipoli C–Cl si annullano tra loro, a causa della simmetria della molecola. Questo rende apolare CCl_4 . (Risposta B)

41. Indicare quali, tra le seguenti specie chimiche CO_2 , SO_2 , O_3 , NO_2^- , I_3^- , presentano la stessa geometria, in base alla teoria VSEPR.

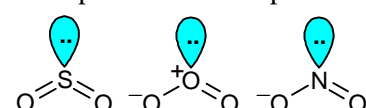
- A) SO_2 , O_3 , NO_2^- B) SO_2 , NO_2^- , I_3^- C) CO_2 , SO_2 , NO_2^- D) CO_2 , O_3 , I_3^-

41. Soluzione

La risposta B è errata perchè SO_2 è angolata, mentre I_3^- è lineare.

La risposta C è errata perchè SO_2 è angolata, mentre CO_2 è lineare.

La risposta D è errata perchè O_3 è angolata, mentre I_3^- è lineare.



Nella risposta A le tre molecole sono isoelettroniche e hanno struttura angolata.

In SO_2 , lo zolfo può andare oltre l'ottetto elettronico usando orbitali 3d per formare un altro doppio legame con l'ossigeno. (Risposta A)

42. Indicare quale tra le seguenti specie allo stato elementare presenta il punto di fusione più basso.

- A) Fe
B) Al
C) W
D) Hg

42. Soluzione

Questi sono metalli altofondenti a parte il mercurio che è liquido a T ambiente.

(Risposta D)

43. Indicare la coppia costituita da ioni isoelettronici.

- A) F^- , Ca^{2+}
B) F^- , Cl^-
C) F^- , Al^{3+}
D) Ca^{2+} , Mg^{2+}

43. Soluzione

Fluoro e alluminio sono elementi vicini nella tavola e si trovano a cavallo del gas nobile Ne (${}_9F$, ${}_{10}Ne$, ${}_{13}Al$).

F^- e Al^{3+} hanno la configurazione elettronica del gas nobile Ne: $[F^-] = [Ne] = [Al^{3+}]$.

(Risposta C)

44. Fra le molecole di H_2O si instaurano legami a ponte di idrogeno, che sono invece assenti fra le molecole di H_2S . Un'evidenza sperimentale si può ottenere dal confronto:

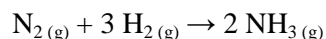
- A) dei rispettivi coefficienti di dilatazione termica
B) dei rispettivi indici di rifrazione
C) delle rispettive temperature di ebollizione
D) nessuna delle altre opzioni è corretta

44. Soluzione

La presenza di legami a idrogeno rende i legami intermolecolari più intensi e quindi rende più difficile romperli per le molecole che dallo stato liquido passano allo stato di vapore. Per questo H_2O ha un punto di ebollizione più alto di H_2S anche se le sue molecole sono più leggere.

(Risposta C)

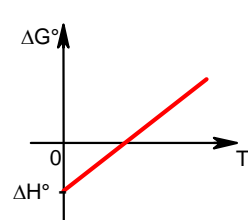
45. Data la reazione:



si osserva che, quando la temperatura aumenta, la costante di equilibrio diminuisce. Assumendo che ΔH° e ΔS° siano indipendenti dalla temperatura, si può affermare che:

- A) la reazione è esotermica
B) la reazione è endotermica
C) la reazione non produce calore
D) nessuna delle precedenti

45. Soluzione



Se, con un aumento di temperatura, la reazione si sposta più a sinistra, significa che in quella direzione contrasta l'aumento di temperatura, cioè verso sinistra è endotermica e quindi è esotermica verso destra.

Questo fatto può essere compreso anche considerando la relazione: $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$ che rappresenta una retta nel piano cartesiano $\Delta G^\circ/T$.

In questo problema la retta ha pendenza positiva dato che all'aumentare di T aumenta ΔG° .

Se la reazione produce NH_3 , deve avere un tratto della retta con ΔG favorevole (negativo), quindi l'intercetta sull'asse y (ΔH°) è negativa e la reazione è esotermica.

(Risposta A)

46. Indicare il pH di una soluzione di ammoniaca 0,01 mol/L ($pK_b = 4,75$).

- A) 12,44 B) 10,62 C) 9,50 D) 4,75

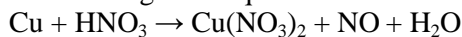
46. Soluzione

La reazione è: $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$ da cui: $[OH^-] = \sqrt{K_b C} = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01} = 4,22 \cdot 10^{-4} M$.

Quindi: $pOH = -\log(4,22 \cdot 10^{-4}) = 3,375$ da cui: $pH = 14 - 3,375 = 10,63$.

(Risposta B)

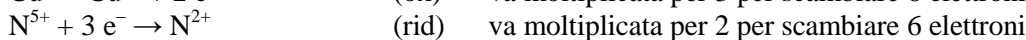
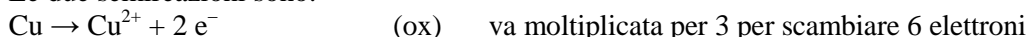
47. Indicare i coefficienti stechiometrici della seguente equazione redox non bilanciata.



- A) 3, 4, 3, 2, 4 B) 3, 2, 3, 2, 2 C) 3, 8, 3, 2, 4 D) 3, 6, 3, 2, 3

47. Soluzione

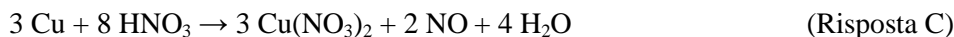
Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 3 e per 2 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



48. Una cella per la misura della conducibilità, piena di una soluzione 0,1 mol/L di KCl ha una conduttività di $0,0112 \text{ Ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ e una resistenza di 510 Ohm. Indicare il valore della costante di cella.

- A) $0,571 \text{ cm}^{-1}$ B) $5,71 \text{ cm}^{-1}$ C) $0,286 \text{ cm}^{-1}$ D) $2,86 \text{ cm}^{-1}$

48. Soluzione

La conducibilità specifica χ di una soluzione è la conducibilità misurata in una cella di 1 cm^3 formata da elettrodi di 1 cm^2 distanti 1 cm e si misura in Siemens/cm (S cm^{-1}) o in $\text{Ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ($\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$).

Quindi: $\chi = \frac{1}{\text{cm}} \frac{1}{\Omega}$ da cui si ricava la costante di cella: $\frac{1}{\text{cm}} = \chi \Omega = 0,0112 \cdot 510 = 5,71 \text{ cm}^{-1}$. (Risposta B)

49. 50 mL di HCl 0,1025 mol/L vengono titolati con 48,5 mL di una soluzione di NaOH 0,1057 mol/L. Quale indicatore scegliereste per individuare il punto di arresto della titolazione?

- A) salda d'amido B) fenolftaleina C) ferroina D) nessuna delle altre sostanze

49. Soluzione

Titolando un acido forte con una base forte, al punto di equivalenza il pH passa rapidamente da valori acidi a valori basici con un salto vistoso. Basta una goccia di NaOH 0,1 M in 100 mL di soluzione neutra (al punto di equivalenza) per ottenere un pH intorno a 9,5.

Dato che la fenolftaleina vira intorno a pH 9, è l'indicatore ideale per questa titolazione. (Risposta B)

50. Indicare il pH al punto di equivalenza nella titolazione di 20 mL di un acido debole monoprotico (0,100 mol/L; $\text{pK}_a = 4,0$) con 20 mL di NaOH 0,100 mol/L.

- A) 5,65 B) 7,00 C) 8,35 D) 11,5

50. Soluzione

Al punto di equivalenza, l'acido debole HA è stato completamente convertito nella sua base coniugata A^- .

Questa è una base debole con $\text{pK}_b = 14 - 4 = 10$ quindi $\text{K}_b = 10^{-10}$ (il solo pH debolmente basico è C = 8,35)

La concentrazione di A^- al punto equivalente è dimezzata: $[\text{A}^-] = 0,05 \text{ M}$ perchè il volume è raddoppiato (40 mL)

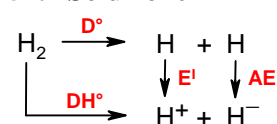
Per una base debole vale: $[\text{OH}^-] = (\text{K}_b \text{ C})^{1/2}$ Quindi: $[\text{OH}^-] = (10^{-10} \cdot 0,05)^{1/2} = 2,24 \cdot 10^{-6} \text{ M}$

da cui: $\text{pOH} = 5,65$ e: $\text{pH} = 8,35$. (Risposta C)

51. L'idrogeno molecolare è la più semplice delle molecole neutre. La sua energia di dissociazione omolitica ($\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}$) è $\text{D}^\circ_{\text{OK}} = 2,68 \text{ eV}$, mentre la sua energia di dissociazione eterolitica ($\text{H}_2 \rightarrow \text{H}^+ + \text{H}^-$) è molto maggiore ($\Delta\text{H}^\circ_{\text{OK}} = 17,4 \text{ eV}$). Indicare la relazione per passare dall'una all'altra indicando con E^1 l'energia di prima ionizzazione dell'idrogeno atomico ($\text{H} \rightarrow \text{H}^+ + \text{e}^-$) e con AE l'affinità elettronica ($\text{H} + \text{e}^- \rightarrow \text{H}^-$).

- A) $\text{D}^\circ_{\text{OK}} = \Delta\text{H}^\circ_{\text{OK}} + \text{E}^1 + \text{AE}$ B) $\Delta\text{H}^\circ_{\text{OK}} = \text{D}^\circ_{\text{OK}} + \text{E}^1 + \text{AE}$
 C) $\Delta\text{H}^\circ_{\text{OK}} = \text{D}^\circ_{\text{OK}} - \text{E}^1 - \text{AE}$ D) $\Delta\text{H}^\circ_{\text{OK}} = \text{D}^\circ_{\text{OK}} + \text{E}^1 - \text{AE}$

51. Soluzione



Dato che tutte le grandezze in gioco sono entalpie di reazione (funzioni di stato), si può scrivere il bilancio energetico: $\Delta\text{H}^\circ = \text{D}^\circ + \text{E}^1 + \text{AE}$ (Risposta B)

52. Un processo chimico isoterma spontaneo è caratterizzato da una variazione negativa dell'energia libera ΔG . Ricordando che la costante di equilibrio è determinata dalla variazione standard dell'energia libera ΔG° , indicare la relazione corretta all'equilibrio, ovvero quando la reazione smette di evolvere verso i prodotti.

- A) $\Delta G = 0$
 B) $\Delta G = \Delta G^\circ$
 C) $\Delta G^\circ = 0$
 D) $\Delta G + \Delta G^\circ = 0$

52. Soluzione

A T e P costanti, la spontaneità di un processo è data dalla semplice condizione: $\Delta G < 0$.

Un processo è all'equilibrio (con T e P costanti) quando $\Delta G = 0$.

(Risposta A)

53. All'interno di un contenitore ermetico a volume costante (1 L) sono contenute 2 mol di diborano B_2H_6 gassoso a 25 °C. Sapendo che a 150 °C il diborano è completamente dissociato in borano BH_3 , indicare la pressione nel contenitore a 150 °C.

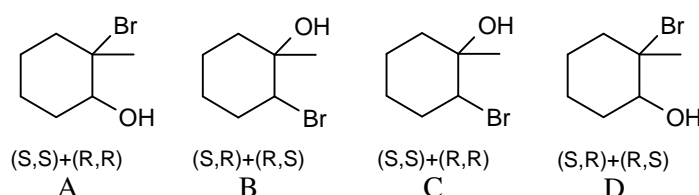
- A) 48,95 atm
 B) 69,48 atm
 C) 97,91 atm
 D) 138,96 atm

53. Soluzione

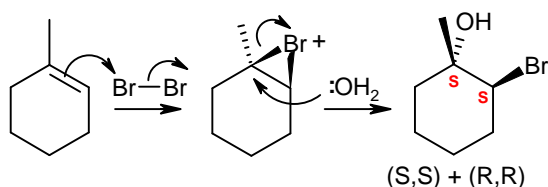
Le moli di borano a 150 °C sono 4, quindi: $P = nRT/V = (4 \cdot 0,0821 \cdot 423,15)/1 = 138,96$ atm.

(Risposta D)

54. L'1-metilcicloesene reagisce con Br_2 e H_2O per dare una miscela di bromidrine otticamente inattiva. Indicare quale coppia di stereoisomeri si forma.



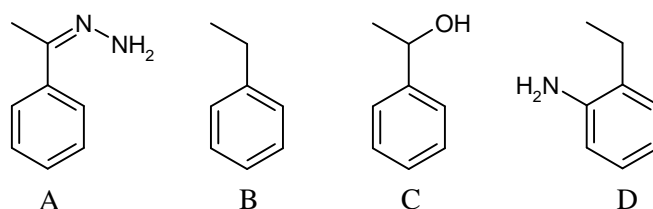
54. Soluzione



La reazione avviene in due passaggi, nel primo il cicloesene reagisce con Br_2 formando un intermedio con ponte bromonio che può trovarsi sopra o sotto il piano molecolare.

Nel secondo passaggio una molecola d'acqua attacca il ponte bromonio sul carbonio più sostituito e così OH e Br si trovano uno sopra e l'altro sotto il piano molecolare. (Risposta C)

55. Indicare il prodotto della reazione tra acetofenone (1-feniletan-1-one) e idrazina in ambiente basico per KOH a caldo.



55. Soluzione

La reazione di un chetone con idrazina in ambiente basico riduce il chetone ad idrocarburo. Si forma inizialmente l'idrazone A, ma questo, in ambiente basico, perde H^+ dall'azoto terminale e per tautomeria trasferisce il doppio legame tra i due atomi di azoto e infine perde N_2 ($N \equiv N$) lasciando la molecola B. (Risposta B)

56. Quale sequenza di passaggi converte il propino in 4-eptanolo?

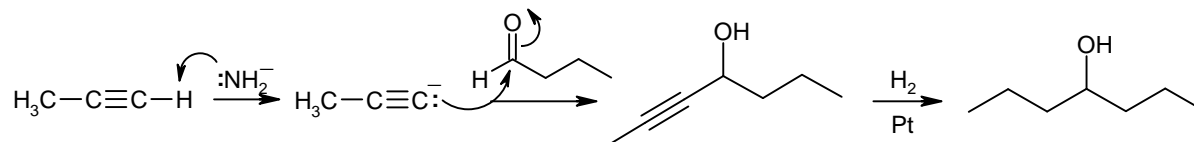
- A) 1. NaNH_2 2. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ 3. $\text{H}_{2(\text{eccesso})}$, Pt
 B) 1. NaNH_2 2. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ 3. $\text{H}_{2(\text{eccesso})}$, Pt
 C) 1. NaNH_2 2. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ 3. $\text{H}_{2(1 \text{ mol})}$, Pt
 D) 1. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ 2. $\text{H}_{2(\text{eccesso})}$, Pt

56. Soluzione

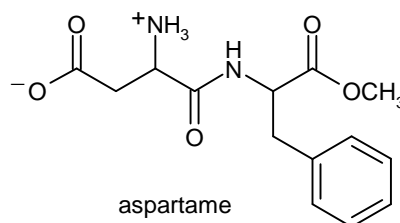
L'idrogeno terminale dell'alchino è leggermente acido (pK_a 26) e può essere strappato quantitativamente dalla sodioamide (pK_a 36). Lo ione propinuro che si forma è nucleofilo e può attaccare l'aldeide formando un alcol superiore (con 7 carboni) che contiene ancora il triplo legame.

Il triplo legame si può ridurre ad alcano con H_2/Pt (2 mol) ottenendo 4-eptanolo.

(Risposta B)



57. Il dolcificante sintetico aspartame è 160 volte più dolce del saccarosio. Quali prodotti si otterrebbero se l'aspartame fosse idrolizzato completamente in una soluzione acquosa di HCl?

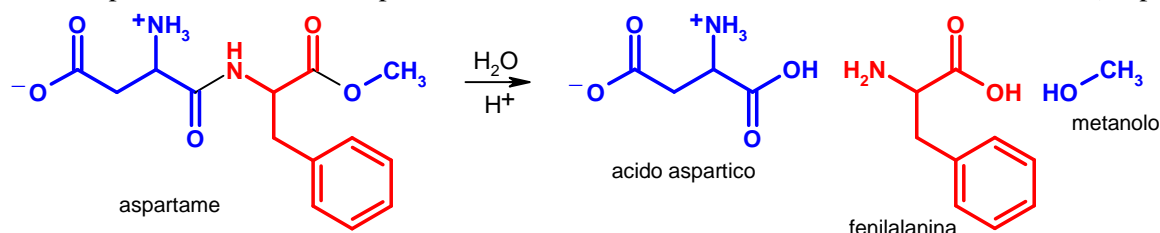


- A) un dipeptide e metanolo
 B) dimetilestere dell'acido aspartico e fenilalanina
 C) acido aspartico, fenilalanina e metanolo
 D) acido aspartico ed estere metilico della fenilalanina

57. Soluzione

L'idrolisi dell'aspartame libera acido aspartico, fenilalanina e metanolo.

(Risposta C)

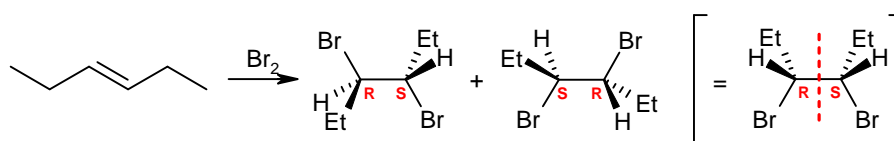


58. Indicare quali stereoisomeri si ottengono dalla reazione di addizione elettrofila di Br_2 al trans-3-esene.

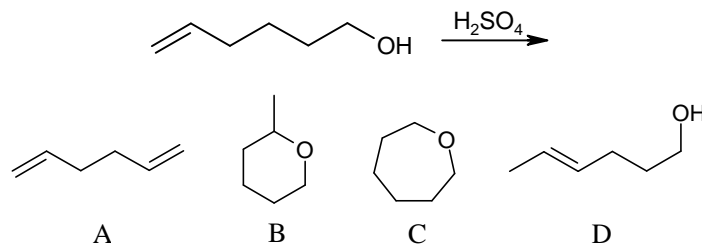
- A) la forma meso del 3,4-dibromoesano
 B) una miscela racemica degli enantiomeri treo del 3,4-dibromoesano
 C) una coppia di diastereoisomeri
 D) tutti i possibili stereoisomeri

58. Soluzione

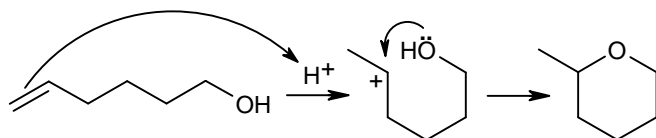
In realtà, i due composti che si ottengono, per l'attacco da sopra e da sotto il piano dell'alchene, sono la stessa molecola: (2R,3S)-3,4-dibromoesano, un composto meso con due centri stereogenici simmetrici. (Risposta A)



59. Indicare il prodotto più probabile che si ottiene dalla reazione:



59. Soluzione

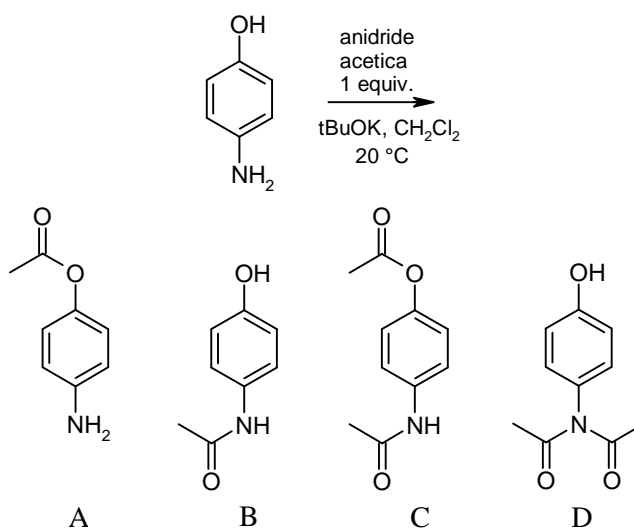


L'attacco di H^+ al doppio legame forma un carbocatione secondario. Questo può essere attaccato dall'OH dell'alcol. L'attacco intramolecolare è il più probabile dato che si forma un anello a sei termini.

Si ottiene un etere ciclico.

(Risposta B)

60. Indicare il prodotto più probabile della reazione:



60. Soluzione

Qui si tratta di decidere se è più nucleofilo l'ossigeno o l'azoto.

Tra l'ossigeno di un alcol e l'azoto di un'ammina (non aromatici) il più nucleofilo è l'azoto dell'ammina.

In questa molecola, sia O che N sono meno nucleofili a causa della risonanza con l'anello, ma la presenza di un ambiente basico (tBuOK) trasforma l'alcol (ma non l'ammina) in alcossido e quindi in un miglior nucleofilo.

Sarà quest'ultimo a reagire con l'anidride acetica per formare l'estere A.

(Risposta A)

SCI – Società Chimica Italiana
Soluzioni proposte da Mauro Tonellato